

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra částí a mechanismů strojů

Lanový buben pro ocelové lano pro nosnost 2500 kg

Cable Drum for a Steel Rope for Lifting Capacity 2500 kg

Student: Jakub Sztwiertnia
Vedoucí bakalářské práce: Ing. Milan Výtisk

Ostrava 2009

Prohlašuji, že

- byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě

.....

podpis studenta

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Sztwiertnia, J. Lanový buben pro ocelové lano pro nosnost 2500 kg. Ostrava: katedra částí a mechanismů strojů, Fakulta strojní VŠB-Technická univerzita Ostrava, 2009, 29 s. Bakalářská práce, vedoucí Výtisk, M.

Bakalářská práce se zabývá návrhem lanového bubnu a jeho uložením. V úvodu práce je přehled strojních zařízení, jejichž nedílnou součástí jsou právě lanové bubny. Z možných variant provedení je vybrána varianta drážkovaného bubnu, na němž je lano zajištěno příložkami a uložení bubnu je ve dvou ložiskových domcích. V příloze je sestavný výkres lanového bubnu s ložiskovými domky a výrobní výkres ložiskového domku.

ANNOTATION OF BACHELOR THESS

Sztwiertnia, J. Cable Drum for Steel Rope for Lifting Capacity of 2500 kg. Ostrava: Department of Machine Parts and Mechanisms, Faculty of Mechanical Engineering, VŠB-Technical University of Ostrava, 2009, 29 p. Bachelor Thess, Supervisor Mr. Výtisk, M.

Bachelor work explores the design of The Cable Drum and its support. At the beginning of thesis there is an overview of machinery and cable drums cannot be obviously excluded. Out of possible types of construction the Grooved Drum was selected. The cable is there secured by the locking plates and drum support is in two bearing housings. In the attachment there is drawing of the Cable Drum with bearing housings and production drawing of the bearing housing.

Seznam použitých označení

d_n	Průměr náboje	[mm]
f	Součinitel tření	[-]
l	Délka závitů lana na bubnu	[mm]
l_{nl}	Délka navinutého lana	[m]
m_h	Hmotnost háku	[kg]
m_{nl}	Hmotnost navinutého lana	[kg]
n	Otáčky	[min ⁻¹]
p	Měrný tlak	[MPa]
s	Tloušťka stěny bubnu	[mm]
s_v	Tloušťka čela bubnu	[mm]
t	Rozteč závitů na bubnu	[mm]
z	Počet závitů bubnu	[-]
C	Dynamická únosnost	[N]
D_b	Průměr bubnu	[mm]
F	Maximální zatížení lana	[N]
K	Bezpečnost	[-]
L_{10}	Trvanlivost ložiska	[milióny otáček]
L_{10h}	Trvanlivost ložiska	[hod]
P	Ekvivalentní únosnost	[N]
P_o	Síla v rezervním závitě	[N]
Q	Tíha	[kg]

S	Tahová síla v laně	$[N]$
S_h	Vodorovná složka šikmého tahu	$[N]$
Z	Síla na lanovou příložku	$[N]$
α	Skupina jeřábů	$[-]$
σ_d	Tlakové napětí	$[MPa]$
σ_o	Ohybové napětí	$[MPa]$

Obsah bakalářské práce

Seznam použitých označení	4
1 Úvod do problematiky	7
1.1 Konstrukční uspořádání lanových bubnů	7
1.2 Typy lanových bubnů	7
1.3 Určení cílů	11
2 Návrh lanového bubnu	12
2.1 Návrh lana	12
2.2 Návrh rozměrů lanového bubnu	13
2.3 Kontrola navrženého lanového bubnu	15
2.4 Kontrola bubnu provedená v programu ANSYS Workbench	17
2.5 Zajištění lana	19
3 Kontrola navržených ložisek	22
4 Návrh ložiskových domků	24
4.1 Výběr materiálu a způsobu výroby domků	24
4.2 Výpočet výrobních tolerancí ložiskového domku	24
5 Zhodnocení práce	26
6 Závěr	27
7 Seznam použitých pramenů	28
8 Přílohy	29

1 Úvod do problematiky

1.1 Konstrukční uspořádání lanových bubnů

Lanové bubny jsou z důvodů hospodárné výroby nejčastěji svařované buď z trub, nebo ze skružovaných plechů. Méně často jsou z litiny nebo z lité oceli.

Čela u svařovaného bubnu mají podle způsobu svého uložení vevařeny pevné osy nebo čelo s nábojem. Buben může být uložen dvěma způsoby a to pomocí pevných os uložených ve dvou ložiskových domcích nebo na jedné straně uložen krátkým vsazeným čepem v naklápěcím valivém ložisku, na druhé straně je nasazen na konec hřídele převodovky.

1.2 Typy lanových bubnů

Rozdělení dle pohonu:

a) S ručním pohonem

- k tažení
- ke zvedání



Obr. 1.1 Naviják ke zvedání



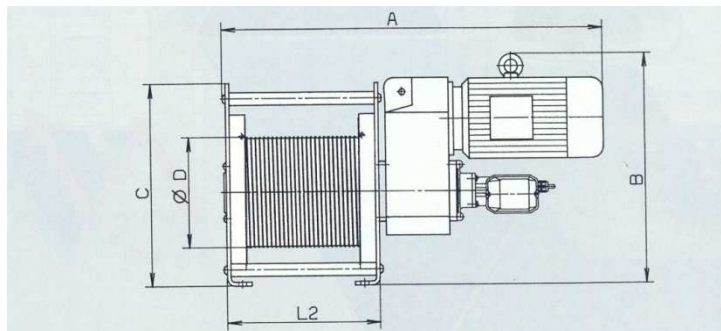
Obr. 1.2 Naviják k tažení

b) Se strojním pohonem

Jako příklad vezmeme elektrický lanový naviják fy Pfaff s vestavěnou převodovkou s čelními zuby. Naviják se vyrábí v pěti různých variantách a to pro nosnost 100-5000 kg.



Obr. 1.3 Elektrický lanový naviják fy Pfaff



Obr. 1.4 Schéma lanového navijáku

Rozdělení dle použití v průmyslu:

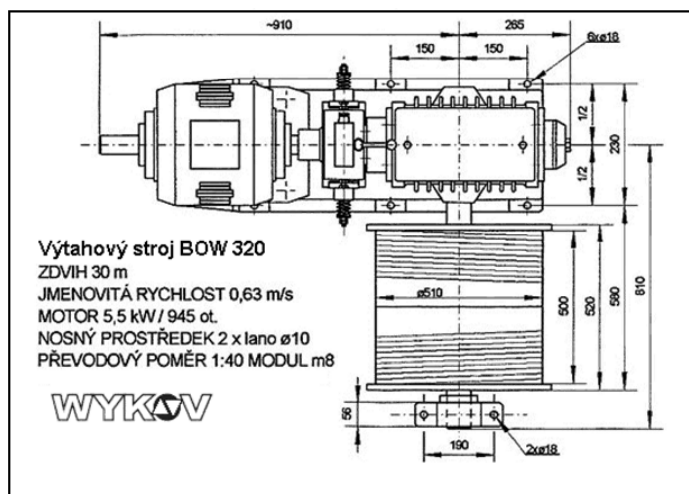
a) Bubny pro výtahové stroje

Lanové bubny se v dnešní době ve velké míře uplatňují při revitalizaci panelových domů, při renovacích strojoven se používají bubnové výtahové stroje (viz Obr. 1.1.).

Jako příklad realizace revitalizace výtahů uvedeme Výtahový stroj BOW 320 od firmy WYKOV.



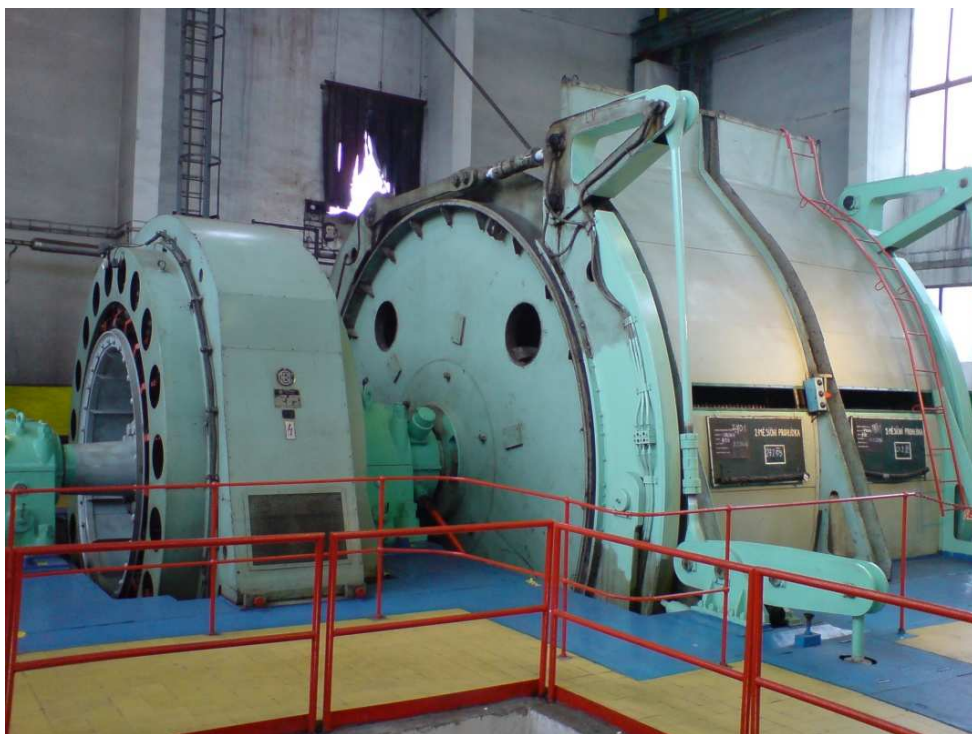
Obr. 1.5 BOW 320



Obr. 1.6 Schéma výtahového stroje

b) Bubny pro zdvihací zařízení

Lanové bubny jsou také nedílnou součástí zdvihacího zařízení těžního stroje (dále jen TS). Při získávání informací o zadané bakalářské práci, jsem byl na prohlídce těžního stroje (viz Obr. 1.3.) o nosnosti 9 t na Dole Darkov – PZ – Jáma Darkov 1. Průměr lanového bubnu je 6 metrů, průměr lana je 50 mm.



Obr. 1.7 TS Darkov 1

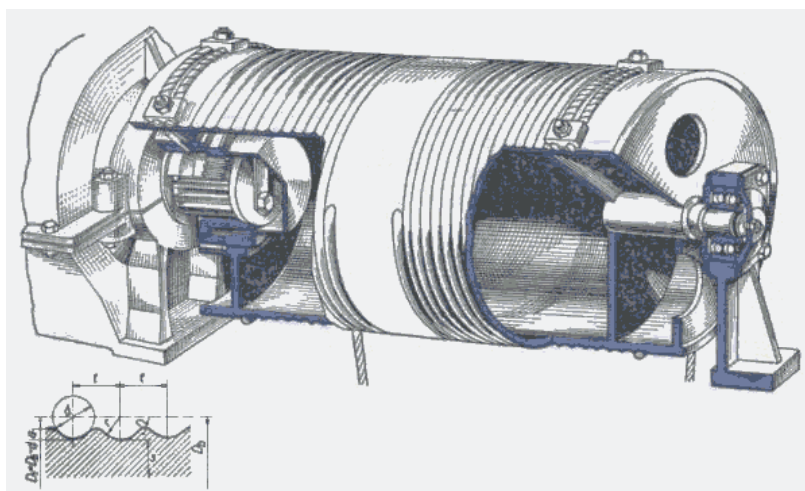


Obr. 1.8 Uložení TS v ložiskovém domku



Obr. 1.9 Drážkovaný buben TS

V budově TS Darkov 1 se taky nachází mostový jeřáb s bubnovým zdvihacím ústrojím o nosnosti 12,5 t a průměru lana 18 mm. Tento jeřáb je podobné konstrukce, jako zvolená v této bakalářské práci. Jen s tím rozdílem, že je na něm pouze jedna osa uložena v ložiskovém domku, druhá strana je nasazena na konec hřídele převodovky (viz Obr. 1.4). Lano je na bubnu proti sklouznutí uchyceno pomocí příložek (viz Obr. 1.5).



Obr. 1.10 Uložení lanového bubnu



Obr.1.11 Lanová příložka



Obr. 1.12 Ložiskový domek

1.3 Určení cílů

Cílem bakalářské práce je navrhnout strojní zařízení, které bude splňovat požadavky vyplývající ze zadání a to s největším možným počtem normalizovaných částí.

- 1) Návrh lana
- 2) Určení rozměru bubnu
- 3) Kontrola bubnu
- 4) Určení způsobu a rozměru připojení k hnacímu zařízení
- 5) Výpočet ložisek

2 Návrh lanového bubnu

Plášť lanového bubnu je vyroben z ocelové trubky bezešvé hladké kruhové, EN 10220, o průměr 168,3 mm a tloušťce stěny 16 mm.

2.1 Návrh lana

Volíme **Lano 8 ČSN 4322.33**

Tabulka hodnot lana

Jmenovitý průměr lana [mm]	Průměr drátu lana [mm]	Nosný průřez lana [mm ²]	Hmotnost 1 metru lana [kg]	Únosnost lana při pevnosti drátu 1670 Mpa [kN]
8	0,5	22,39	0,21	37,37

Tab. 2.1

Kontrola navrženého lana:

Lano je protaženo přes dvě kladnice, z čehož vyplývají 4 nosné průřezy lana. Délka navinutého lana je $l_{nl}=20\text{ m}$. Bezpečnost, pro střední provoz u skupiny jeřábů II., je $K=5,7$. Požadovaná nosnost je 2,5 t, k této nosnosti se připočítá hmotnost háku m_H a hmotnost délky navinutého lana m_{nl} .

$$m_H=14\text{ kg}$$

Výpočet hmotnosti navinutého lana:

$$\begin{aligned} m_{nl} &= m_m \cdot l_{nl} \\ m_{nl} &= 0,21 \cdot 20 \\ m_{nl} &= 4,2\text{ kg} \end{aligned} \tag{2.1}$$

Zatížení jednoho lana:

$$F = \frac{(Q + m_{nl} + m_H) \cdot g}{4} \cdot K \quad (2.2)$$

$$F = \frac{(2500 + 4,2 + 14) \cdot 9,81}{4} \cdot 5,7$$

$$F = 35179 \text{ N}$$

↓

$35179 \text{ N} < 37370 \text{ N}$ » navržené lano pevnostně vyhovuje

2.2 Návrh rozměrů lanového bubnu

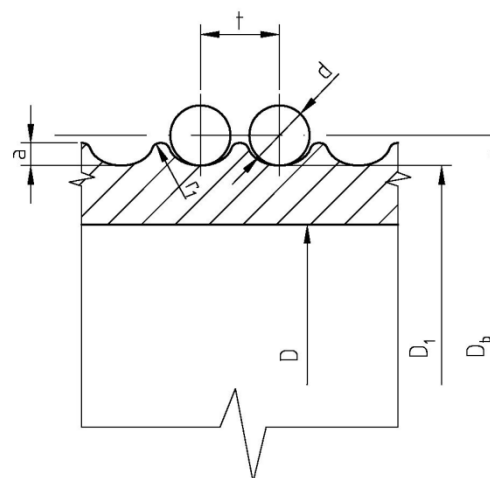
Návrh je proveden dle knihy Jeřáby díl 1. Od autorů Remta - Kupka.

Výpočet lanového bubnu:

Dle zvoleného lana se vybírá normalizovaná drážka, její rozměry jsou uvedeny v tabulce.

r [mm]	d [mm]	a [mm]	t [mm]	r ₁ [mm]
5	8;9;9,5	3	10,5	1

Tab. 2.2



Obr. 2.1 Drážkování bubnu

a) Výpočet průměru bubnu

Průměr bubnu se vždy vztahuje na osu navíjeného lana a jeho minimální průměr musí odpovídat normě ČSN 27 1820, podle níž pro skupinu jeřábů II je součinitel $\alpha = 20$.

$$D_b = \alpha \cdot d \quad (2.3)$$

$$D_b = 20 \cdot 8$$

$$D_b = 160 \text{ mm}$$

b) Výpočet počtu závitů

Počet závitů lana z , který je na bubnu, se spočítá pomocí zadané délky navinutého lana.

$$z = \frac{l_{nl}}{\pi \cdot D_b} + 2 \quad (2.4)$$

$$z = \frac{20}{\pi \cdot 0,16} + 2$$

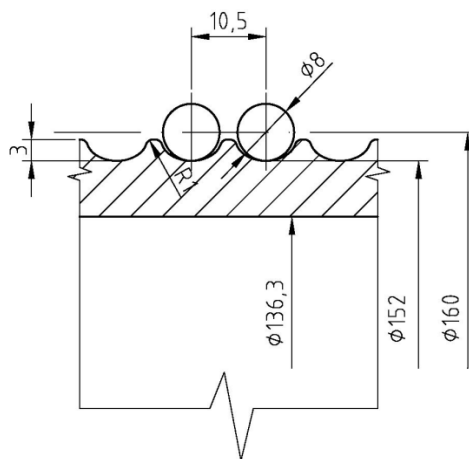
$$z = 41,8 \Rightarrow \underline{\text{volím 42 závitů}}$$

c) Výpočet délky závitů lana na bubnu

$$l = z \cdot t \quad (2.5)$$

$$l = 42 \cdot 10,5$$

$$l = 441 \text{ mm}$$



Obr. 2.2 Rozměrový náčrt drážky

2.3 Kontrola navrženého lanového bubnu

Kontrola je provedena dle postupu z knihy Jeřáby I od autorů Remta – Kupka.

a) Výpočet tlakového napětí

$$\sigma_d = 0,5 \cdot \frac{S}{s \cdot t} \quad (2.6)$$

$$\sigma_d = 0,5 \cdot \frac{6170}{7,85 \cdot 10,5}$$

$$\sigma_d = 37,42 \text{ MPa}$$

b) Výpočet ohybového napětí

$$\sigma_o = 0,96 \cdot S \cdot \sqrt[4]{\frac{1}{D_b^2 \cdot t^6}} \quad (2.7)$$

$$\sigma_o = 0,96 \cdot 6170 \cdot \sqrt[4]{\frac{1}{160^2 \cdot 10,5^6}}$$

$$\sigma_o = 144,51 \text{ MPa}$$

c) Kontrola pomocí přípustného celkového napětí:

$$\sigma_d + \sigma_o \leq \sigma_{dov} = \frac{\sigma_s}{\nu} \quad (2.8)$$

$$37,42 + 144,51 \leq \frac{400}{2}$$

$$\underline{181,93 \text{ MPa} \leq 200 \text{ MPa}}$$

Celkové napětí je menší než napětí dovolené, při bezpečnosti $\nu=2$, tedy navržený lanový buben vyhovuje.

d) Kontrola tloušťky stěny bubnu

$$\sigma_o = 1,44 \left(1 - \frac{2}{3} \cdot \frac{d_n}{D_b} \right) \cdot \frac{S_h}{s_v^2} \leq \sigma_{dov} = \frac{\sigma_s}{\nu} \quad (2.9)$$
$$\sigma_o = 1,44 \left(1 - \frac{2}{3} \cdot \frac{55}{160} \right) \cdot \frac{6787}{10^2} \leq \frac{400}{2}$$
$$\underline{138,21 MPa \leq 200 MPa}$$

Celkové napětí je menší než napětí dovolené, při bezpečnosti $\nu=2$, tedy navržená tloušťka stěny bubnu vyhovuje.

e) Výpočet měrného tlaku

$$p = \frac{S}{t \cdot D_1} \quad (2.10)$$
$$p = \frac{6170}{10,5 \cdot 152}$$
$$p = 3,866 MPa$$

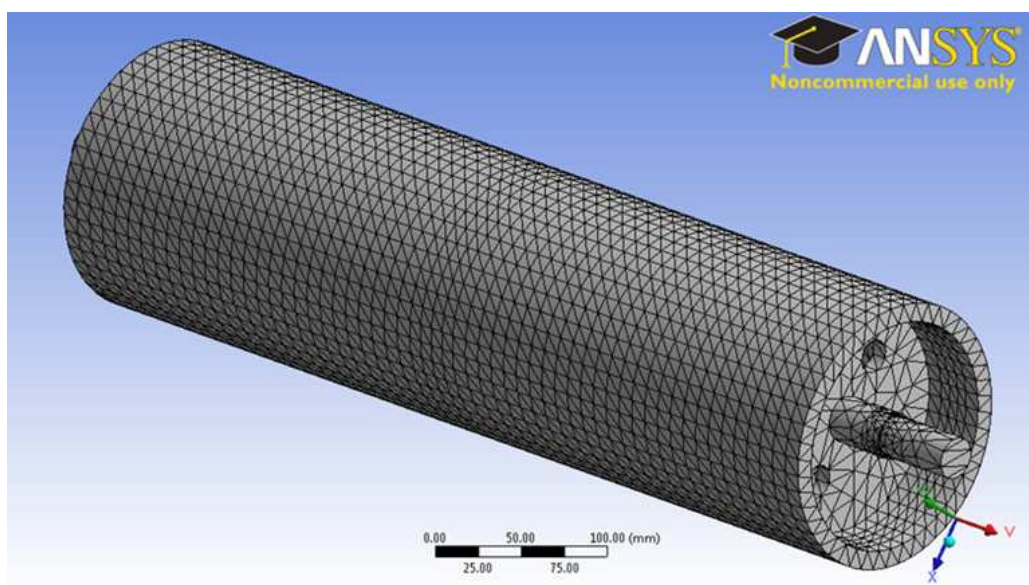
Hodnota měrného tlaku je potřebná u kontroly bubnu v programu ANSYS Workbench.

2.4 Kontrola bubnu provedená v programu ANSYS Workbench

Kontrola je provedena pomocí programu ANSYS Workbench. Při zadávání zatížení a okrajových podmínek se vychází ze skutečného zatížení bubnu a z tlaku působícího od navinutého lana. Namodelovaný buben má maximální průměr roven průměru bubnu pod lanem, kde je tloušťka stěny bubnu 7,85 mm.

a) Vytvoření sítě

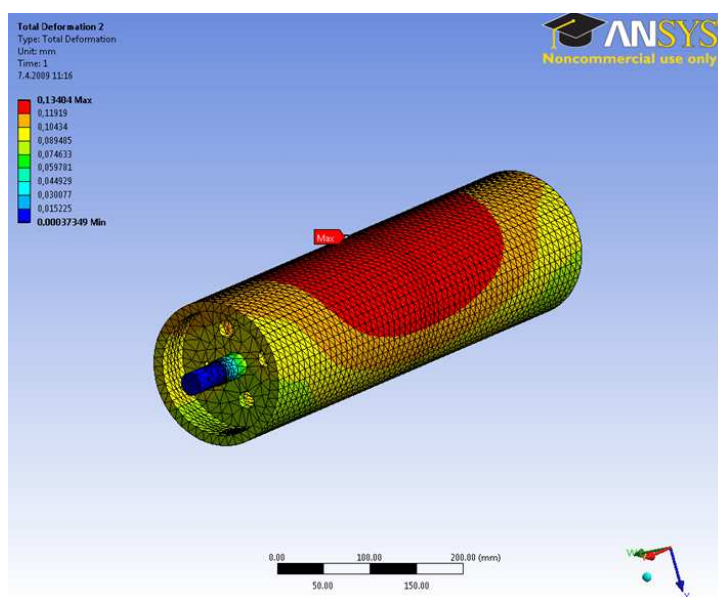
Nejdříve se vytvoří na modelu síť. Síť vytvořená defaultním nastavením nevyhovuje. Proto se v kritických místech musí zhustit. Mezi sledovaná místa patří plášť bubnu a osy bubnu uložené v ložiscích.



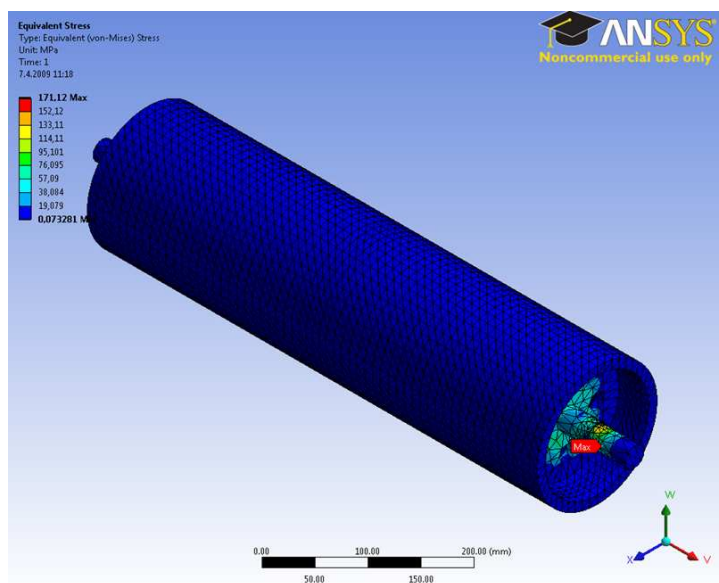
Obr. 2.3 Vytvořená síť

b) Zadání zatížení a okrajových podmínek

Dalším krokem je zadání zatížení a určení podpor, poté se již provádí samotný výpočet, ze kterého vychází komplexní kontrola navrženého bubnu. Maximální průhyb je ve středu bubnu a nabývá hodnoty $0,134 \text{ mm}$. Dalším zajímavým údajem je hodnota maximálního napětí, která je pod ložiskem a má hodnotu $171,12 \text{ MPa}$.



Obr. 2.4 Deformace bubnu při maximálním zatížení

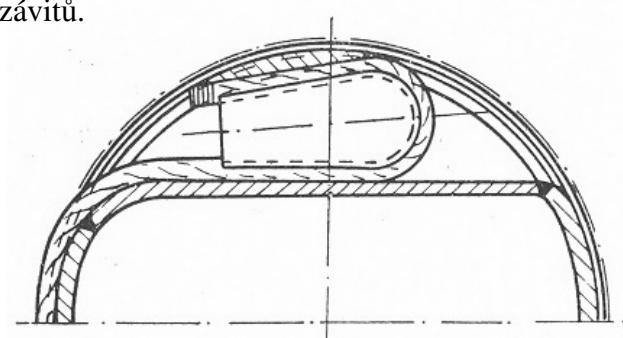


Obr. 2.5 Zatížení bubnu

2.5 Zajištění lana

a) Uchycení lana klínem

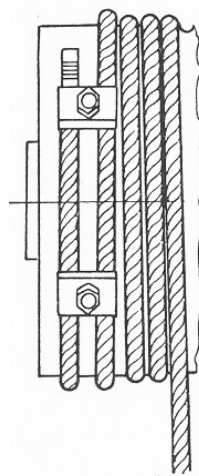
Konce lan mají být uchyceny tak, aby se lano dalo snadno zkrátit nebo vyměnit. Spolehlivým dříve používaným způsobem je upevnění lana smyčkou s klínem, kdy se tahem lana spojení samo utahuje (viz Obr. 2.3). Nevýhodou tohoto spojení je, že pro uvolnění je třeba lano z bubnu odvinout a taky skutečnost, že směr úkosu udává již směr závitů.



Obr. 2.3 Lano uchycené klínem

b) Uchycení lana příložkami

Jiný, dnes však hojně používaný, způsob uchycení lana je pomocí ocelových příložek s nosem, opírajících se přímo o buben (viz Obr. 2.4). Příložka je tlačena na lano dvěma šrouby a třením tím vzniklé musí udržet sílu v laně na jeho konci. Zpravidla jsou pro jistotu tato uchycení na obvodu bubnu dvě. Ve výpočtu se počítá pouze s jedním a to z důvodu bezpečnosti.



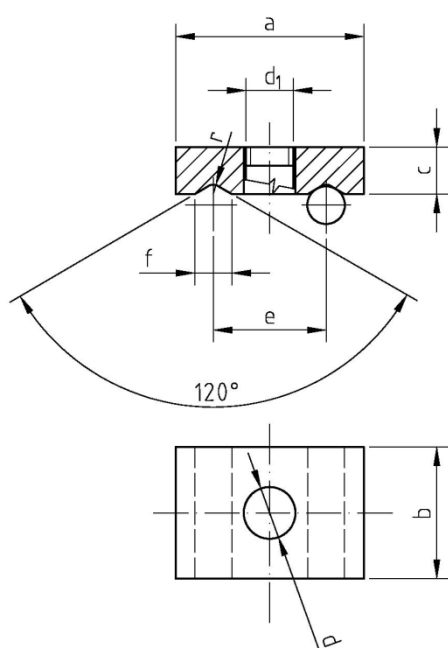
Obr. 2.4 Lano uchycené příložkami

Z důvodu snadnější manipulace s lanem jsem se rozhodl pro provedení uchycení lana lanovými příložkami. Z tabulky pro normalizované příložky jsou vybrány rozměry pro průměr lana 8 mm.

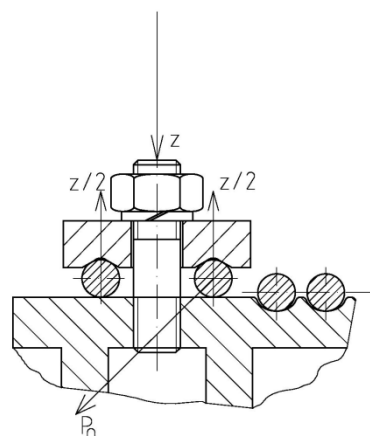
Rozměry lanové příložky:

Průměr lana	a [mm]	b [mm]	c [mm]	d [mm]	d ₁ [mm]	e [mm]	f [mm]	r [mm]
8	40	35	10	11,5	M10	24	10	2

Tab. 2.4



Obr. 2.5 Rozměrový náčrt



Obr. 2.6 Síly působící ve spojení

Určení utahovací síly šroubů příložky:

Při uchycení pomocí příložky nejsou šrouby namáhány na ohyb, pokud přitlačující síla je tak velká, že tření mezi lanem a bubnem udrží sílu v laně. Jestliže na koncích lana působí síla P , pak na konci rezervních závitů bude síla P_o .

$$P_o = \frac{P}{e^{f\alpha_1}} \quad (2.13)$$

Určení součinitel tření pro výpočet:

Počet závitů n	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4
$e^{f\alpha}$	2,26	3,41	5,12	7,81	11,63	17,5	26,3

Tab. 2.5

Při součiniteli tření f rovno 0,13 (součinitel tření f dle Remty-Kupky), je poměr $\alpha_1/2\pi = 2$ (dva rezervní závity), poměr $\alpha_2/2\pi = 1$ (poslední závit s uchycením).

$$\left(P_o - \frac{Z}{2} \cdot f \right) \cdot \frac{1}{e^{f\alpha_2}} - \frac{Z}{2} \cdot f = 0 \quad (2.14)$$

↓

Dosazení:

$$\left(\frac{P}{e^{f\alpha_1}} - \frac{Z}{2} \cdot f \right) \cdot \frac{1}{e^{f\alpha_2}} - \frac{Z}{2} \cdot f = 0 \quad (2.15)$$

$$\left(\frac{P}{5,125} - 0,065Z \right) \cdot \frac{1}{2,26} - 0,065Z = 0$$

$$\underline{Z = 0,92P \cong P}$$

Z tohoto odvození vyplývá, že síla přitlačující na podložku musí být stejná, jako tažná síla lana.

Řešení počítá se dvěma příložkami na každém konci lanového bubnu. Takže je docíleno dvojnásobné bezpečnosti než ve výpočtu. Skutečná bezpečnost je i tak daleko vyšší, neboť proti tažné síle lana působí i tření mezi lanem a příložkami.

3 Kontrola navržených ložisek

a) Návrh ložisek

Z výsledků programu ANSYS Workbench jsou známy reakce v ložiscích, ty jsou v obou podporách stejné a mají hodnotu $F_R=12\,300\text{ N}$.

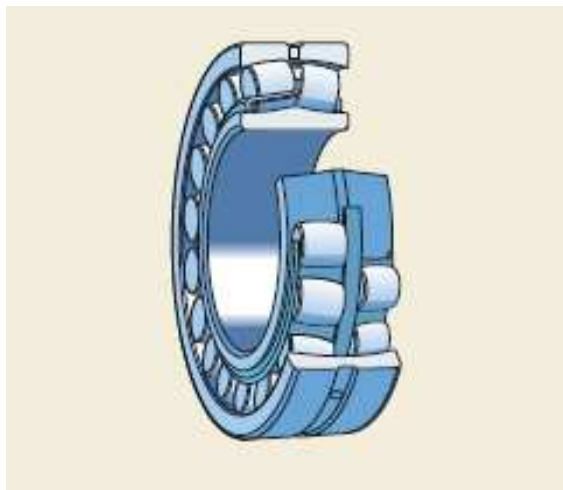
Dle průměru pevných os bubnu volím dvouřadé soudečkové ložisko:

LOŽISKO 22310 E

Parametry ložiska získané z katalogu ložisek SKF jsou pro přehled zapsané do tabulky:

Průměr hřídele [mm]	Průměr náboje [mm]	Šířka ložiska [mm]	Únosnost dynamická [kN]	Únosnost statická [kN]	Referenční otáčky [min ⁻¹]	Mezní otáčky [min ⁻¹]
50	110	40	220	224	13 000	17 000

Tab. 3.1



Obr. 3.1 Dvouřadé soudečkové ložisko

b) Trvanlivost ložisek

Při kontrole trvanlivosti ložisek se uvažuje, že lanový buben bude v provozu 4 hodiny denně. V roce je 52 týdnů, z čehož zhruba 260 dní je pracovních. Lanový buben bude tedy za 10 let v provozu 10 400 hodin. Buben se otáčí táčkami $n=63 \text{ min}^{-1}$, což odpovídá zdvihací rychlosti $v=0,523 \text{ m/s}$.

Výpočet trvanlivosti ložiska pro stálé zatížení působící ve stejném směru:

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P} \right)^{10/3} \quad (3.1)$$

$$L_{10} = \left(\frac{2200000}{12300} \right)^{10/3}$$

$$L_{10} = 14964 \text{ mil.ot.}$$

Výpočet trvanlivosti ložiska v provozních hodinách:

$$L_{0h} = \frac{10^6}{60 \cdot n} \cdot L_{10} \quad (3.2)$$

$$L_{0h} = \frac{10^6}{60 \cdot 63} \cdot 14964$$

$$L_{0h} = 3958730 \text{ hod.}$$

Navržená ložiska vyhovují.

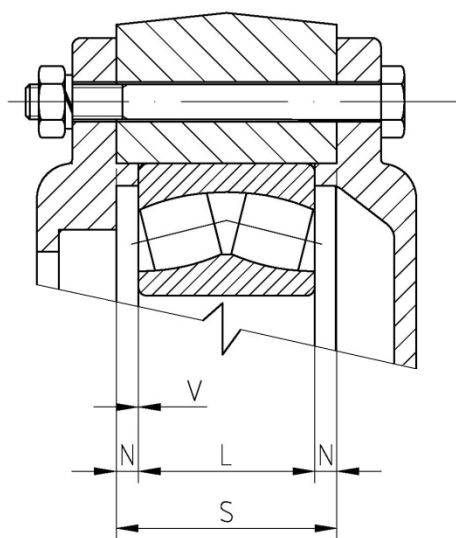
4 Návrh ložiskových domků

Rozhodnutí ohledně způsobu výroby ložiskových domků. Musí se při jejich návrhu také počítat s podmínkou smontovatelnosti.

4.1 Výběr materiálu a způsobu výroby domků

Domky jsou vyráběny odléváním do formy. Dále jsou funkční plochy třískově obráběny. Materiál domků volím šedou litinu 42 2435, která se značně využívá například pro stojany obráběcích strojů. Z důvodu těsnosti budou čela domků, v místě styčné plochy mezi víkem a domkem, broušeny na drsnost $R_a = 0,4$.

4.2 Výpočet výrobních tolerancí ložiskového domku



Obr. 4.1 Rozměrový obvod

Hodnoty tolerance šířky soudečkového ložiska z katalogu SKF: Dle ISO standard tedy je maximální tolerance $T_{Bmax}=0 \text{ mm}$ a minimální tolerance $T_{Bmin}=-0,015\text{mm}$.

Toleranci nosu víka volím $T_N=\pm 0,1 \text{ mm}$.

Toleranci vůle mezi nose víka a ložiskem volím $T_V=0,8 \text{ mm}$.

a) Výpočet jmenovitého rozměru

$$\begin{aligned}JR_S &= 2 \cdot JR_N + JR_V + JR_L \\JR_S &= 2 \cdot 5 + 0 + 40 \\JR_S &= 50mm\end{aligned}\tag{4.1}$$

b) Stanovení tolerance

$$\begin{aligned}T_V &= T_S + T_L + 2 \cdot T_N \\T_S &= T_V - T_L - 2 \cdot T_N \\T_S &= 0,8 - 0,015 - 2 \cdot 0,2 \\T_S &= 0,385mm\end{aligned}\tag{4.2}$$

c) Výpočet maximálního rozměru

$$\begin{aligned}S_{\max} &= V_{\max} + L_{\min} + 2 \cdot N_{\min} \\S_{\max} &= 0,9 + 39,985 + 2 \cdot 4,9 \\S_{\max} &= 50,685mm\end{aligned}\tag{4.3}$$

d) Výpočet minimálního rozměru

$$\begin{aligned}S_{\min} &= V_{\min} + L_{\max} + 2 \cdot N_{\max} \\S_{\min} &= 0,1 + 40 + 2 \cdot 5,1 \\S_{\min} &= 50,300mm\end{aligned}\tag{4.4}$$

Šířka domku tedy je:

$$\underline{S = 50^{+0,685}_{+0,300} mm}$$

5 Zhodnocení práce

Při řešení této práce mě překvapila vysoká bezpečnost pro lano, v tomto případě se jedná o střední provoz u skupiny jeřábů II., kde je bezpečnost $K=5,7$. Při řešení jsem použil maximální možné množství normalizovaných součástí. Z toho důvodu, jsem volil také buben svařovaný namísto odlévaného. Na plášť bubnu je použita trubka bezešvá hladká kruhová průměru 168,3 mm a tloušťky stěny 16 mm. Drážky pro lano jsou na trubce vysoustruženy, takovým způsobem jsem dosáhl relativně velké tloušťky stěny bubnu pod lanem, což se příznivě projeví na tuhosti při kontrole bubnu.

Při daném zatížení $Q=2,5 \text{ t}$ a rychlosti zvedání břemene $v=0,528 \text{ m/s}$ což odpovídá otáčkám bubnu $n=63 \text{ min}^{-1}$ jsem zvolil ložiska poněkud předimenzovaná.

Při návrhu ložiskových domků jsem využil určité symetrie celého zařízení, tento fakt mi umožnil využít jako podpěry stejný ložiskový domek. Ložiska jsou naplněna tuhým mazivem značky ISOFLEX TOPAS NB 52, jedná se o vysoce kvalitní mazivo pro vysokootáčkové stroje pro teplotní rozsah -50°C až $+150^{\circ}\text{C}$. Mazivo je vyrobeno ze speciálního syntetického oleje. Po celou dobu životnosti ložisek zůstává stejná náplň maziva.

6 Závěr

Podařilo se mi navrhnout zařízení, které má široké pole uplatnění u skupiny zdvihacích mechanismů. K jeho kladům určitě patří snadná montáž, která je provedena k základové desce pouze čtyřmi šrouby M16. Lanový buben je určen pro použití s dvojitou kladnicí, z čehož vyplývá jedna nesporná výhoda a sice rozložení tíhy břemene do 4 nosných průřezů lana. Tato skutečnost má taky za následek, že jsem si mohl dovolit použít, i při vysoké bezpečnosti $K=5,7$, lano o průměru 8 mm. Připojení na převodovku je také velice kompatibilní, zvolil jsem drážkové spojení.

Za pomoc při konzultacích děkuji vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Milanu Výtiskovi.

7 Seznam použitých pramenů

- [1] ČSN 27 3303 Lanové jeřáby
- [2] ČSN 27 1820 Kladky a bubny pro ocelová lana
- [3] ČSN 02 4322.23 Ocelová lana
- [4] Vávra P. a kol.: *Strojnické tabulky*.SNTL Praha, 1983.
- [5] Leinveber J. - Vávra P.: *Strojnické tabulky*.ALBRA Praha, 2005.
- [6] Remta F. – Kupka L.: *Jeřáby I. díl*. SNTL Praha, 1956.
- [7] Remta F. - Kupka L. – Dražan F.: *Jeřáby I. díl., druhé přepracované vydání*. SNTL Praha, 1972.
- [8] Kaláb K.: *Části a mechanism strojů pro bakaláře II*. Ostrava, ediční středisko, skripta VŠB-TU Ostrava, 2008.
- [8] Pavliska J. – Hrabovský L.: *Dopravní a manipulační zařízení IV*. Ostrava, ediční středisko, skripta VŠB-TU Ostrava, 2004.
- [9] Katalog ložisek SKF, 2006.
- [10] Katalog fy Pfaff silberblau, 2007.

8 Přílohy

- | | |
|---|----------------|
| 1) Sestavný výkres: Lanový buben s uložením | SB3KSS02-BP-01 |
| 2) Výrobní výkres: Ložiskový domek | SB3KSS02-BP-03 |
| 3) CD s Word-dokumentem: Bakalářská práce | |